

## 赤外カットフィルタ付レンズ及びその製造方法並びに小型カメラ

## 5 技術分野

本発明は、携帯電話等に組み込まれる小型カメラに用いられる赤外カットフィルタ付レンズ及びその製造方法並びにその赤外カットフィルタ付レンズを用いた小型カメラに関する。

## 10 技術背景

近年、携帯電話やノート型パーソナルコンピュータ等の情報機器に小型カメラが組み込まれ、小型カメラで写した画像情報を得ることができるようになってきている。そのような小型カメラの構造の一例を図11に示す。

図11に示すように、この小型カメラ100は、基板101の上に電子部品102と固体撮像素子モジュール103が実装され、鏡筒104にIR（赤外線）カットフィルタ105が組み込まれたハウジング106が固体撮像素子モジュール103の周りを覆って基板101に取り付けられている。一端側に絞りの機能を有する開口部107を有し、集光レンズ108を組み込み、内面にネジ溝が刻まれた外筒部材109が鏡筒104の外面に刻まれたネジ溝にねじ込まれている。

外筒部材109のねじ込み量を調節することにより、集光レンズ108と固体撮像素子モジュール103間の距離を焦点が合うように調節できるようになっている。調節後は接着剤で固定されている。開口部107、鏡筒104、集光レンズ108、赤外カットフィルタ105、固体撮像素子モジュール103は光軸に沿って配置されている。

この小型カメラ100は、開口部107より入射した光を集光レンズ108で固体撮像素子モジュール103に集光し、赤外線カットフィルタ105で赤外線が遮断された光が固体撮像素子モジュール103に結像し、固体撮像素子モジュール103が受光した光を電気信号に変換し、電子部品102で画像信号化して出力するようになっている。

固体撮像素子モジュール103は、可視光のみならず赤外線にも良好な感度を有し、受光した赤外線が解像度の低下や画像の劣化をもたらす。そのため、固体撮像素子モジュール103に赤外線が入射しないように、固体撮像素子モジュール103の入射側に赤外線カットフィルタ105が配置されている。

- 5 現在の情報機器は、小型化の要請が大きい。小型カメラも例外ではなく、更なる小型化が必要である。そのため、赤外線カットフィルタ105を構成する誘電体多層膜を直接レンズ108に設け、部品としての赤外線カットフィルタ105を廃止して小型化を図ることが特開平5-207350号公報に提案されている。

- しかしながら、小型カメラに用いられている集光レンズ108は、軽量化及び  
10 低コスト化のために、ほとんどが射出成形で成形されるプラスチック製である。電子部品や固体撮像素子モジュールの実装では、リフローと呼ばれる290℃程度の高温の炉で半田を溶融させる半田付け工程がある。プラスチック製レンズではリフロー半田付けの高温に耐えられる耐熱性がないため、リフロー半田付け後にレンズを取り付けることが行われている。そのため、組立の生産効率が低下し  
15 ているという問題があり、組立の効率化の面からガラス製のレンズが望まれている。

- 特許文献1で提案されている赤外カットフィルタ付レンズは、両面が凸面の両凸レンズである。このような両面が凸面のレンズをガラスで作製するには、成形時に両面の光軸を精密に合わせる必要性から、高精度の製作技術が要求され、コ  
20 スト高になるという問題がある。

また、誘電体多層膜の成膜は、凸レンズ一枚毎に真空蒸着装置等のドーム状の基板受けに配置し、真空蒸着等を行った後、基板受けから1枚毎に取り出すという手間のかかる作業が必要であるため、誘電体多層膜の成膜コストが高くなるという問題がある。

- 25 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、小型カメラの集光レンズ等に用いられる赤外カットフィルタ付レンズをガラス製としたときに問題となるコストを低減することができる赤外カットフィルタ付レンズを提供することを目的とする。

また、本発明は、低コストでガラス製の赤外カットフィルタ付レンズを製造す

ることができる製造方法を提供することを目的とする。

更に、本発明は、低コストのガラス製の赤外カットフィルタ付レンズを用いた小型カメラを提供することを目的とする。

## 5 発明の開示

上記目的を達成するため、本発明は、第1に、一方の屈折表面が平面で反対側の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズのいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜を設けたことを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズを提供する。

- 10     いわゆる平凸レンズとしたことにより、ガラスレンズを成形する際に、平らな面の屈折表面は光軸合わせをする必要がない。そのため、キャビティの互いに対向する面の一方の面が平面で、対向する他方の面が平面に凸面の屈折表面を形成する複数の凹面を有する金型を用いて、一方の屈折表面が平面で他方の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズが複数個接続された多数個取りレンズ成形体を一体成形することが可能である。従って、簡易な金型を用いて効率良く多数のレンズを
- 15     まとめて成形することができるため、低コストで生産することができる。

この多数個取りレンズ成形体に対して誘電体多層膜を成膜すれば、多数のレンズに対してまとめて真空蒸着等の成膜方法で一括して成膜することができる。従って、誘電体多層膜の成膜コストを低減することができる。

- 20     また、赤外線遮断誘電体多層膜を設けた多数個取りレンズ成形体をダイシングにより個々のレンズに分断することにより、多数のガラス製平凸レンズを効率良く生産することができるため、低コストで生産することができる。

- 本発明は、第2に、上記第1の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、前記ガラス平凸レンズが、平板の一面側に凸レンズの凸面を構成する凸部が一体に設けられている構造を有することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズを提供する。
- 25

平板の一面側に凸レンズの凸面の屈折表面を有する複数の凸部が一体に設けられている多数個取りレンズ成形体をダイシングで凸部毎に切断して得られた低コストの平凸レンズは、平板の一面側に凸レンズの凸面を構成する凸部が一体に

設けられている構造を有する。

本発明は、第 3 に、上記第 1 又は第 2 の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、前記凸面の屈折表面が、光軸から離れるに従って曲率が小さくなる軸対称非球面であることを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズを提供する。

- 5 平凸レンズの凸レンズをこのような曲面の軸対称非球面形状とすることにより、各種の収差を良好に補正した凸レンズとすることができ、良好な画像を得ることができる。

本発明は、第 4 に、上記第 2 の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、前記平板の外形の幾何学中心が、前記凸レンズの光軸と一致していることを特徴とする

- 10 赤外カットフィルタ付レンズを提供する。

レンズの外形の幾何学中心と凸レンズの光軸とが一致していることにより、レンズの外寸を基準としてカメラの光軸に合わせてレンズを小型カメラ等に組み込むと、自動的にレンズの光軸を小型カメラの光軸に合わせることが可能になり、レンズの光軸をカメラの光軸に合わせて組み込む場合と比較してレンズの組み込

- 15 み作業が簡便になる。

本発明は、第 5 に、平板の表面に凸レンズの凸面の屈折表面を構成する複数個の凸部が一体に設けられている多数個取りレンズ成形体をガラスで成形する成形工程と、前記多数個取りレンズ成形体のいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜を設ける成膜工程と、前記赤外線遮断誘電体多層膜を設けた多数個取りレンズ成形体の前記平板の部分を前記凸部毎に切断する切断工程とを有することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法を提供する。

- 20 一方の屈折表面が平面で他方の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズが複数個接続された多数個取りレンズ成形体を一体成形することによって、簡易な金型を用いて効率良く多数のレンズをまとめて成形することができるため、低コストで生産することができる。

この多数個取りレンズ成形体に対して誘電体多層膜を成膜することにより、多数のレンズに対してまとめて真空蒸着等の成膜方法で一括して成膜することができる。従って、誘電体多層膜の成膜コストを低減することができる。

また、赤外線遮断誘電体多層膜を設けた多数個取りレンズ成形体をダイシング

により個々のレンズに分断することにより、多数のガラス平凸レンズを効率良く生産することができるため、低コストで生産することができる。

本発明は、第6に、上記第5の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、前記多数個取りレンズ成形体が、相互に異なる形状の前記凸部を有すること  
5 を特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法を提供する。

一つの多数個取りレンズ成形体に相互に異なる形状の凸部を設けることにより、一回の成形で多種類の平凸レンズを成形することができる。

本発明は、第7に、上記第5又は6の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、前記多数個取りレンズ成形体の前記平板の表面に位置決めのためのア  
10 ライメントマークが前記成形行程で転写されていることを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法を提供する。

アライメントマークを設けることによって、アライメントマークを切断時の位置の基準として、レンズの光軸を外形の幾何学中心と一致させて正確に凸部毎に切断することができる。そのため、得られた平凸レンズを小型カメラに組み込む  
15 際に、外形基準で組み込むことが可能になり、組み立て作業が容易になる。

本発明は、第8に、上記第7の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、前記アライメントマークが、切断すべき切断線に沿って、かつ、前記平板の平面側の面に断面V字状溝に形成され、前記切断行程が、ダイシングブレードで前記V字状溝の両端縁近傍を残して切断することを特徴とする赤外カットフィル  
20 タ付レンズの製造方法を提供する。

アライメントマークを例えば多数個取りレンズ成形体の隅部に設けると、アライメントマークを設けた部分はレンズの部分とは別個の余分な部分となり、ガラス材料に無駄が生じる。アライメントマークを切断線に沿って形成することによって、アライメントマークを設ける別個の場所が不要になり、ガラス材料に無駄  
25 な部分が生じない。

また、アライメントマークを平板の平面側に断面V字状溝の形状に転写し、この溝の幅より狭いダイシングブレードで凸部側から切断することによって、ダイシングブレードがV字状溝のテーパ面を切断することになるため、ガラス切断面にチッピングが発生せず、製造歩留まりが向上する。

本発明は、第 9 に、受光した光を電気信号に変換する固体撮像素子と、前記固体撮像素子の周りを覆い、開口部を有するハウジングと、前記開口部から入射した光を前記固体撮像素子に集光させるレンズ系の全部又は一部として、一方の屈折表面が平面で反対側の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズのいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜が設けられた赤外カットフィルタ付レンズとを有することを特徴とする小型カメラを提供する。

この小型カメラは、赤外線遮断誘電体多層膜が設けられた赤外カットフィルタ付レンズを用いているため、部品としての赤外線カットフィルタが省略され、小型化が容易である上、ガラスレンズを用いているため、レンズを装着したままリフロー半田付けが可能であり、組立効率が良好である。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の赤外カットフィルタ付レンズを示すもので、(a) ~ (c) は断面図、(d) は (c) のレンズの平面図である。

第 2 図は、非球面の形状の一例を示すグラフであり、(a) は半径方向の曲率の変化、(b) は半径方向の形状を示す。

第 3 図は、(a) は球面凸レンズの光路図、(b) は非球面凸レンズの光路図を示す。

第 4 図は、非球面凸レンズの一例の各種の収差を示すグラフである。

第 5 図は、本発明の赤外カットフィルタ付レンズを用いた本発明の小型カメラの構造の一例を示す断面図である。

第 6 図は、本発明の赤外カットフィルタ付レンズに成膜されている赤外線遮断誘電体多層膜の透過率特性の一例を示すグラフである。

第 7 図は、(1) ~ (5) は本発明の赤外カットフィルタ付レンズの製造工程を示すフローチャートであり、(a) は得られたレンズの平面図、(b) は得られたレンズの断面図である。

第 8 図は、異なる形状の凸部を一枚の多数個取りレンズ成形体に設けた例を示す平面図である。

第 9 図は、多数個取りレンズ成形体にアライメントマークを設けた一例を示す

平面図であり、(a) は隅部に、(b) は切断線に沿って設けた例である。

第 10 図は、(a) ~ (d) は、V 字状溝のアライメントマークを設けた場合の切断行程を示すフローチャートである。

第 11 図は、従来の小型カメラの構造を示す断面図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の赤外カットフィルタ付レンズ及びその製造方法並びに小型カメラの実施の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

- 10 本発明の赤外カットフィルタ付レンズは、一方の屈折表面が平面で反対側の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズのいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜を設けたものである。

- 本発明の赤外カットフィルタ付レンズの主たる用途は、携帯電話、ノート型パーソナルコンピュータ、PDA (Personal Digital Assistant) 等の情報機器に  
15 組み込まれる小型カメラ、監視用カメラなどの固体撮像素子に結像させるレンズ系の全部又は一部を構成する集光レンズである。

- 図 1 に本発明の赤外カットフィルタ付レンズの構造を示す。図 1 (a) の断面図で示す赤外カットフィルタ付レンズ 1 a は、一般的な形状のガラス平凸レンズ 2 a の一方の平面の屈折表面 2 1 に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜  
20 3 を設け、反対側の凸面の屈折表面 2 2 には反射防止膜 4 を設けた構造を有する。図 1 (b) の断面図で示す赤外カットフィルタ付レンズ 1 b は、一般的な形状のガラス平凸レンズ 2 a の一方の平面の屈折表面 2 1 に反射防止膜 4 を設け、反対側の凸面の屈折表面 2 2 には赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けた構造を有する。

- 25 また、図 1 (c) の断面図及び図 1 (d) の平面図に示す赤外カットフィルタ付レンズ 1 c は、ガラス製のほぼ正形状の平板 2 3 の一方の面の中央部に凸レンズの凸面の屈折表面 2 2 を構成するドーム状のガラス製凸部 2 4 が一体に設けられた構造のガラス平凸レンズ 2 c を用いている。このガラス平凸レンズ 2 c の平板 2 3 の凸部が設けられていない側の平面に赤外線遮断誘電体多層膜 3 が設け

られ、反対側の凸部 2 4 及び平板 2 3 の表面には反射防止膜 4 が設けられている。

このガラス平凸レンズ 2 c は、平板 2 3 のほぼ正形状の外形の幾何学中心 G C と凸レンズ 2 2 の光軸（光学中心）O C とが一致した構造を有することが好ましい。一致とは完全に一致する意味ではなく、許容される程度の誤差を含む。

- 5      このような構造の赤外カットフィルタ付レンズ 1 a、1 b、1 c は、赤外線遮断誘電体多層膜 4 を一方の面に有するので、部品としての赤外線カットフィルタを省略することができ、カメラの部品点数の削減による低コスト化と小型化を図ることができる。

- 10      図 1（a）及び図 1（c）に示す赤外カットフィルタ付レンズ 1 a、1 c は、平面の屈折表面 2 1 に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けている。赤外線遮断誘電体多層膜 3 は層間の多重干渉を利用してフィルタ作用を行うため、入射角依存性が大きく、入射角が大きくなると赤外線遮断効率が悪くなる。斜光線が入射したときに、凸面であれば、凸面の法線に対する光線の入射角は凸面の部位によって極めて大きくなり、極端には接線に近くなる場合もある。ところ  
15      ろが、斜光線が入射したときに、平面であれば、入射角は部位によらず一定である。そのため、平面の屈折表面 2 1 に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けることにより、赤外線遮断誘電体多層膜 3 の入射角依存性を最小限にすることができる。

- 20      また、曲率の大きな曲面に対しては赤外線遮断誘電体多層膜 3 の均一な成膜は一般に困難である。本発明の赤外カットフィルタ付レンズ 1 a、1 c では、平面に赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けているため、特性に優れた赤外線遮断誘電体多層膜 3 を形成することができる。また、赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設ける平凸レンズが高温に耐えるガラス製である。プラスチックのように軟化点が低温であるレンズと異なり、平凸レンズに赤外線遮断誘電体多層膜 3 を物理的成膜方法  
25      で成膜する際に、ガラス平凸レンズを高温に保つことが可能であるため、高品質の赤外線遮断誘電体多層膜 3 を形成することができる。

また、ガラス製の平凸レンズであるので、電子部品や固体撮像素子モジュールの実装でのリフローと呼ばれる高温の炉で半田を熔融させる半田付け工程における高温に耐える。そのため、小型カメラにレンズを付けたままリフロー半田付



けをすることができることから、組立工程を効率化でき、低コスト化を図ることができる。

また、図1(c)及び(d)に示す赤外カットフィルタ付レンズ1cは、後述する本発明の製造方法で製造することができるので、低コストの成形工程と低コストの成膜工程で製造することが可能であるため、低コストで製造することができる。

凸レンズを構成する凸面の屈折表面22は、球面であっても、軸対称非球面であってもよい。各種の収差を良好に補正するためには、軸対称非球面とすることが好ましい。軸対称非球面の曲面は、一般的に下記式(1)の高次の多項式で表される。

【数1】

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2r^2}} + \sum_n A_n r^n \cdots (1)$$

ここで、zはレンズの光軸方向の座標、rはレンズの半径方向の光軸からの座標、cはレンズ頂点における曲率、K、 $A_n$ は非球面係数である。

軸対称非球面の曲率は、図2(a)に示すように、光軸から離れるに従って小さくなることが好ましい。このような軸対称非球面の形状は、図2(b)に示すように、破線で示す球面と比較して実線で示す非球面は光軸から離れるに従って球面から離間する距離が大きくなり、非球面量が大きくなる。

実際に、屈折率 $N_d = 1.5168$ 、アッベ数 $\nu_d = 64.2$ のガラスを用い、厚さ0.90mmの平板を有する屈折表面が球面の凸レンズを有する平凸レンズ30と屈折表面が軸対称非球面の凸レンズを有する平凸レンズ1dをそれぞれ想定し、光学性能を比較した。球面の曲率半径は-0.8943である。軸対称非球面の各非球面係数は、 $K = -0.06002$ 、 $A_4 = 0.09393$ 、 $A_6 = 0.04028$ 、 $A_8 = 0.52930$ 、 $A_{10} = 0.38733$ 、 $A_{12} = 0.22400$ とした。絞りの平凸レンズの平板の平面からの距離を0.15mmとした。

図3(a)に球面レンズ30の光路図を、図3(b)に軸対称非球面レンズ1dの光路図を示す。また、非球面レンズ1dの球面収差、非点収差及び歪曲収差を図4に示す。図3(a)から、球面レンズ30は収差のために焦点面で光線が

広がっており、大きなぼけが生じていることが認められる。

これに対して、軸対称非球面レンズ 1 d は、図 4 から球面収差、非点収差、歪曲収差等がよく補正され、その結果、図 3 (b) に示すように、焦点面で光線が集束し、良好な画質が得られることが認められる。

- 5 図 5 に、本発明の赤外カットフィルタ付レンズ 1 c を集光レンズとして用いた小型カメラ 1 0 の概略の断面構造を示す。この小型カメラ 1 0 は、基板 1 0 1 の上に電子部品 1 0 2 と固体撮像素子モジュール 1 0 3 が実装され、外面にネジが刻まれた鏡筒 1 0 4 を有するハウジング 1 1 0 が固体撮像素子モジュール 1 0 3 の周りを覆って基板 1 0 1 に取り付けられている。一端側に絞りの機能を有する
- 10 開口部 1 0 7 を有し、本発明の赤外カットフィルタ付レンズ 1 c を集光レンズとして組み込み、内面にネジ溝が刻まれた外筒部材 1 0 9 が鏡筒 1 0 4 の外面に刻まれたネジ溝にねじ込まれている。外筒部材 1 0 9 のねじ込み量を調節することにより、集光レンズ 1 c と固体撮像素子モジュール 1 0 3 の受光面との距離を調節し、調節後は動かないように接着剤で固定されている。開口部 1 0 7、鏡筒 1
- 15 0 4、集光レンズ 1 c、固体撮像素子モジュール 1 0 3 は光軸に沿って配置されている。なお、図 5 に示す小型カメラ 1 0 のレンズ系は、集光レンズ 1 c のみで構成されているが、集光レンズ 1 c 以外のレンズが組み込まれていてもよく、集光レンズ 1 c はレンズ系の全部又は一部を構成する。

- 固体撮像素子モジュール 1 0 3 は、図示しないマイクロレンズ、カラーフィルタ、CCD や CMOS 等の固体撮像素子等から構成されている。これらのマイクロレンズ、カラーフィルタ、CCD や CMOS 等の固体撮像素子等はマトリクス状に配列されている。マイクロレンズは集光レンズ 1 c で集光された光線を各撮像素子に集光させ、カラーフィルタは光線を三原色に分解し、固体撮像素子は受光した光を電気信号に変換する。

- 25 図 5 に示すカメラ 1 0 では、本発明の赤外カットフィルタ付レンズ 1 c を、集光レンズとして、赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けた平面側を入射側へ、凸面側を固体撮像素子モジュール 1 0 3 側へ向けて配置している。これとは反対に、凸面側を入射側へ、赤外線遮断誘電体多層膜 3 を設けた平面側を固体撮像素子モジュール 1 0 3 側へ向けて配置しても、機能には影響がない。

この小型カメラ10は、開口部107より入射した光をレンズ系としての集光レンズ1cの平面に設けられている赤外線遮断誘電体多層膜3で赤外線を遮断し、集光レンズ1cが赤外線が遮断された光を固体撮像素子モジュール103に結像させ、固体撮像素子モジュール103が受光した光を電気信号に変換し、電子部品102で画像信号化して出力するようになっている。

集光レンズとしての赤外カットフィルタ付レンズ1cは、レンズとしての機能に加えて、赤外線を遮断する機能が付加されているため、この小型カメラ10は、部品としての赤外カットフィルタを省略することができる。その結果、低コスト化、小型化を図ることができる。また、集光レンズ1cがガラス製であるため、集光レンズ1cを組み込んだままリフロー半田付けができる。そのため、組立工程を効率化することができる。また、集光レンズ1cの平面側を外筒部材109の開口部107に密着させることができるため、開口部107の防塵対策が特に必要がなくなる。

更に、赤外カットフィルタ付レンズ1cは、図1(d)に示したように外形の幾何学中心GCと凸レンズ22の光軸OCとが一致している。そのため、赤外カットフィルタ付レンズ1cをその外寸基準で外筒部材109に組み付けることにより、凸レンズの光軸を小型カメラ10の光軸と一致させることができる。従って、赤外カットフィルタ付レンズ1cの平板23が嵌め込まれる窪み等の位置決め用の構造を形成しておけば、赤外カットフィルタ付レンズ1cをそこへ嵌め込むだけで光軸合わせを行うことができる。そのため、組立効率が極めて向上する。外形の幾何学中心GCと凸レンズの光軸OCとが一致していないと、レンズを組み付けるときに光軸合わせをレンズ毎に行わねばならないため、組み付け作業が繁雑であり、生産性が悪い。

図6に、本発明の赤外カットフィルタ付レンズの一面側に設けられている赤外線遮断誘電体多層膜3の透過率特性の一例を示す。図6では、実線Aと破線Bで示される2種類の赤外線遮断誘電体多層膜の透過率特性が示されている。

透過率特性Aと透過率特性Bは、400～600nmの可視光領域ではほぼ95%以上の透過率を示し、半値がほぼ650nmで、725～1000nmの赤外領域ではほとんど遮断できる共通点を有する。

しかし、透過率特性Aは、650nm近傍の立ち下がり特性が透過率特性Bより傾斜が緩くなっている。具体的には、半値が600～700nmの範囲で、透過率が90%から10%へ減少するときの波長幅が40nm以上、特に50nm以上、最も好ましくは60nm以上、100nm以下であることが望ましい。透過率特性Aのように、半値近傍における立ち下がり特性を緩くすると、可視光の長波長側を弱くして、実際の目の感度を示す視感スペクトル感度に近い透過率特性とすることができる。

次に、図7のフローチャートを参照しながら、本発明の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法について説明する。図7(1)に示すように、成形金型として、閉じられたときにキャビティを構成する2つの型の一方の型が、キャビティを構成する面が平面である平面型201であり、他方の型が、キャビティを構成する面が平面にレンズの凸面の屈折表面を形成する複数の凹面202を有するディンプル型203である多数個取り金型204を用いる。ディンプル型203と平面型201とを合わせたときのキャビティは、平板の上に凸部がマトリクス状に配列されたような形状を有する。ディンプル型203の凹面は、上述したような軸対称非球面を転写できるような形状とすることが好ましい。

成形工程では、図7(1)に示すように、金型201、203を開き、キャビティに溶融した光学ガラス素材205を投入する。光学ガラス素材205としては、屈折率とアッベ数を考慮して選択される。

次に、図7(2)に示すように、平面型201とディンプル型203とを閉じて光学ガラス素材205をキャビティ内に展延させ、この状態でガラス素材205を冷却して固める。キャビティの形状が転写された成形物は、図7(3)に示すように、大きな平板25の上に凸部24がマトリクス状に配列されたような形状であり、各凸レンズ24間が平板25で接続された多数個取りレンズ成形体26である。

次に、図7(3)に示すように、金型201、203を開いて成形した多数個取りレンズ成形体26を取り出す。そして、図7(4)に示すように、この多数個取りレンズ成形体26に対して、赤外線遮断誘電体多層膜3を一方の面に、図示しない反射防止膜を他方の面に成膜する。

赤外線遮断誘電体多層膜 3 は、多数個取りレンズ成形体 26 上に高屈折率層と低屈折率層とが交互に積層された構造を有する。

赤外線遮断誘電体多層膜 3 を構成する高屈折率層の材料として、 $\text{TiO}_2$  ( $n=2.4$ )、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  ( $n=2.1$ )、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  ( $n=2.2$ )、 $\text{ZrO}_2$  ( $n=2.05$ )、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  ( $n=2.1$ ) などが用いられ、低屈折率層の材料として、 $\text{SiO}_2$  ( $n=1.46$ )、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $n=1.63$ )、 $\text{MgF}_2$  ( $n=1.38$ ) 等が用いられる。屈折率は、波長によって異なり、上記屈折率  $n$  は  $500\text{nm}$  の値である。

膜厚の基本的な設計は、一般に、高屈折率層と低屈折率層とが交互にそれぞれ同じ光学的膜厚で繰り返し積層された繰り返し交互層として、 $(0.5\text{H}, 1\text{L}, 0.5\text{H})^S$  のように表される。ここで、カットしたい波長の中心近くの波長を設計波長  $\lambda$  とし、光学的膜厚  $nd = 1/4\lambda$  を 1 単位にして高屈折率層 (H) の膜厚を 1 H と表記し、低屈折率層 (L) を同様に 1 L とする。S はスタック数と呼ばれる繰り返しの回数で、括弧内の構成を周期的に繰り返すことを表している。

実際に積層される層数は  $2S + 1$  層となり、S の値を大きくすると反射-透過へ変化する立ち上がり特性 (急峻さ) を急にすることができる。S の値としては 3 から 20 程度の範囲から選定される。この繰り返し交互層によって、カットされる特定の波長が決定される。

透過帯域の透過率を高くし、リップルと呼ばれる光透過率の凹凸をフラットな特性にするためには、繰り返し交互層の基板近くと、媒質近くの数層ずつの膜厚を変化させて最適設計を行う。そのため、基板 |  $0.5\text{LH} \cdots \text{HL}(\text{HL})^S \text{HL} \cdots \text{H}$ 、 $0.5\text{L}$  のように表記される。また、高屈折率層に  $\text{TiO}_2$  などを使う場合、最外層を高屈折率層で終わらせるよりも、より耐環境特性にすぐれた  $\text{SiO}_2$  を最外層に追加して設計を行うことが多い。基板に接する層も  $\text{TiO}_2$  が基板と反応して特性が劣化することがあるので、化学的に安定な  $\text{SiO}_2$  を第 1 層に追加することもある。このような多層膜カットフィルタの設計は市販のソフトウェアを用いて理論的に行うことができる (参考文献: OPTRONICS 誌 1999 No. 5 p. 175-190)。

高屈折率層と低屈折率層とを交互に光透過性基板上に成膜するには、物理的成

膜法が一般的であり、通常の高真空蒸着法でも可能であるが、膜の屈折率の安定した制御が可能で、保管・仕様環境変化による分光特性の経時変化が少ない膜を作成できるイオンアシスト蒸着やイオンプレーティング法、スパッタ法が望ましい。真空蒸着法は、高真空中で薄膜材料を加熱蒸発させ、この蒸発粒子を基板上に堆積させて薄膜を形成する方法である。イオンプレーティング法は、蒸着粒子をイオン化し、電界により加速して基板に付着させる方法であり、APS (Advanced Plasma Source)、EBEP (Electron Beam Excited Plasma) 法、RF (Radio Frequency) 直接基板印加法 (成膜室内に高周波ガスプラズマを発生させた状態で反応性の真空蒸着を行う方法) などの方式がある。スパッタ法は、電界により加速したイオンを薄膜材料に衝突させて薄膜材料を叩き出すスパッタリングにより薄膜材料を蒸発させ、蒸発粒子を基板上に堆積させる薄膜形成方法である。成膜される層の屈折率等の光学定数は、成膜方法、成膜条件等で異なってくるので、製造前に成膜される層の光学定数を正確に測定する必要がある。

反射防止膜は、無機被膜、有機被膜の単層または多層で構成される。無機被膜と有機被膜との多層構造であってもよい。無機被膜の材質としては、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{Ti}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ti}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{WO}_3$ 等の無機物が挙げられ、これらを単独でまたは2種以上を併用して用いることができる。本発明の赤外カットフィルタ付レンズは基材が耐熱性があるガラスであるので、無機被膜の材質の種類の制限はない。また、多層膜構成とした場合は、最外層は $\text{SiO}_2$ とすることが好ましい。

無機被膜の多層膜としては、基材側から $\text{ZrO}_2$ 層と $\text{SiO}_2$ 層の合計光学膜厚が $\lambda/4$ 、 $\text{ZrO}_2$ 層の光学膜厚が $\lambda/4$ 、最上層の $\text{SiO}_2$ 層の光学膜厚が $\lambda/4$ の4層構造を例示することができる。ここで、 $\lambda$ は設計波長であり、通常520nmが用いられる。

無機被膜の成膜方法は、例えば真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、CVD法、飽和溶液中での化学反応により析出させる方法等を採用することができる。

有機被膜の材質は、例えばFFP (テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロ

プロピレン共重合体)、PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)、ETFE (エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体) 等を挙げることができ、カバーガラス基材やハードコート膜の屈折率を考慮して選定される。成膜方法は、真空蒸着法その他、スピコート法、ディップコート法などの量産性に優れた塗装方法で成膜することができる。

赤外線遮断誘電体多層膜3と反射防止膜とを成膜した後、図7(5)に示すように、切断行程で、図示しないダイシング装置のダイシングブレードで各凸レンズ24間の平板25を切断し、各平凸レンズ毎に分離させる。これにより、図1(c)及び(d)に示した本発明の赤外カットフィルタ付レンズ1cを得ることが

10 ができる。

このような赤外カットフィルタ付レンズの製造方法によれば、平板の表面に凸レンズの凸面の屈折表面を構成する複数個の凸部が一体に設けられている多数個取りレンズ成形体26を一体成形することが可能である。平凸レンズの一方の面が平面であり、凸面との軸合わせをする必要がないため、かかる多数個取りレンズ成形体26の成形が可能となった。従って、簡易な金型を用いて効率良く多数のレンズをまとめて成形することができるため、低コストで生産することができる。

また、一体成形した多数個取りレンズ成形体に対して誘電体多層膜を成膜するので、成膜装置内への搬入、設置、搬出等を迅速に行え、生産性が向上するため、誘電体多層膜の成膜コストを低減することができる。

上記多数個取り金型204としては、凸部24の相互の面形状が異なるように、ディンプル型203の凹面の形状を個々に変えるようにして、複数の種類の凸レンズを一枚の多数個取りレンズ成形体26に形成するようにしてもよい。凸レンズの形状を異ならせるには、非球面の形状や外径を変えることができる。

図8に示すように、例えば、破線31で示す範囲の凸部を第1の非球面形状の凸レンズとし、破線32で示す範囲の凸部を第2の非球面形状の凸レンズとし、破線33で示す範囲の凸部を第3の非球面形状の凸レンズとし、破線34で示す範囲の凸部を第4の非球面形状の凸レンズとし、破線35で示す範囲の凸部を第5の非球面形状の凸レンズとすることにより、5種類の異なる設計の凸レンズを

一枚の多数個取りレンズ成形体 26 に形成することができる。これらの凸部毎に切り離すことにより、多数の種類 of 平凸レンズを一度の成形で形成することができる。

また、多数個取り金型 204 には、切断行程での位置決めに必要なアライメントマークを形成し、転写により多数個取りレンズ成形体 26 の平板 25 にアライメントマークを形成することができる。

図 9 (a) に示すように、多数個取りレンズ成形体 26 のレンズとして必要な部分の平板の外周に余白を形成し、この余白の隅部に例えば十字形のアライメントマーク 41 を少なくとも 2箇所金型からの転写で設けることができる。この場合、アライメントマーク 41 を転写する金型としては、平面型 201 とディンプル型 203 のいずれでもよい。転写されたアライメントマーク 41 は突起状でも溝状でもよい。

アライメントマーク 41 を多数個取りレンズ成形体 26 に設けることによって、図示しないダイシング装置で自動的に各凸レンズ毎に正確に切り出すことができる。図示しないダイシング装置に設けられているアライメントマーク検出部が、平面側に粘着テープを貼り付けた多数個取りレンズ成形体 26 をその上から CCD 等の撮像素子で撮影し、得られた画像データからアライメントマーク 41 を検出する。次に、ダイシング装置は、このアライメントマーク 41 をダイシングの座標の基準点としてダイシング装置が各凸部の光軸が外形の幾何学中心と一致するように切り離す図 9 (a) の破線で示すような切断線 51 をプログラミングし、ダイシングブレードで自動的にこの切断線 51 に沿って切断する。

図 9 (a) に示したアライメントマーク 41 は、平板 25 の外周部に余白を設けているため、アライメントマーク 41 を設けた部分に無駄が生じる。そのため、図 9 (b) に示すように、切断線 51 に沿ったアライメントマーク 42 を形成することにより、無駄な余白が生じない。

アライメントマーク 42 を切断線 51 に沿って形成する場合、このアライメントマーク 42 を転写する金型は、ディンプル型 203 と平面型 201 のいずれでもよい。しかし、ダイシングのときのチッピングを防止するために、平面型 201 にダイシングブレードの幅よりやや幅広の V 字状溝を転写できるような突起を



設けることが好ましい。

図10は、V字状溝の形状のアライメントマークを平板の平面側に切断線に沿って形成した場合の切断行程を示すフローチャートである。

図10(a)に示すように、多数個取りレンズ成形体26には平面型201からの転写で平板25の平面側にV字状溝43の形状のアライメントマーク42が設けられている。このアライメントマーク42のV字状溝43の中心の鋭角な底は外形の幾何学中心が凸レンズの光軸と一致するように切断される切断線51と一致している。また、V字状溝43の最大幅は、ダイシングブレードの幅よりやや幅広になっている。

図10(b)に示すように、多数個取りレンズ成形体26の平面側に赤外線遮断誘電体多層膜3を設ける。

そして、図10(c)に示すように、多数個取りレンズ成形体26の平面側に粘着テープ52を貼着し、図示しないダイシング装置に設置する。ダイシング装置は、多数個取りレンズ成形体を上からCCD等の撮像素子で撮影し、得られた画像データからアライメントマーク42を検出し、検出したアライメントマーク42の中心を切断線51としてプログラミングする。そして、ダイシング装置はダイシングブレード53で自動的にこのアライメントマーク42の中心線(切断線51)に沿って凸レンズ側から切断する。このとき、ダイシングブレード53の幅はV字状溝43の最大幅より狭いので、ダイシングブレード53の先端縁が粘着テープ52に届かないように、ダイシングブレード53の先端縁がV字状溝43の中に突出した状態でダイシングすることが可能である。ダイシングによって凸部毎に切り離れた後、粘着テープ52から各凸レンズを剥がすことによって、図10(d)に示すように、各凸レンズ1c毎に分離される。ダイシングブレード53の幅はV字状溝43の最大幅より狭いので、V字状溝43の両端縁近傍は、面取り43aの形状に残存する。

このようなダイシングによれば、ダイシングブレード53の先端がV字状溝43の中に進入して平板を切断する。ダイシングブレードの先端がガラス板を一回で切断するときには、ダイシングブレード53の先端がガラス板の平面を突き破る際に切断面にカケが生じる場合がある。上記ダイシングでは、ダイシングブレード

ード53がテーパ状になっているV字状溝43を切断するため、切断面に欠けが生じ難く、不良品の発生を抑制し、歩留まりを向上させることができる。

- また、粘着テープ52にはダイシングを行っていないため、粘着テープ52の粘着剤がダイシングブレード53に付着し、ガラスの切削片の付着による平凸レンズ1cへの損傷及び汚れ等の不都合が生じない。

上述したV字状溝43は、断面が略V形であれば上記効果を生じるため、V形の変形は許容される。

## 10 産業上の利用可能性

本発明の赤外カットフィルタ付レンズは、携帯電話等に用いられる小型カメラの集光レンズとして利用することができる。

- 本発明の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法は、携帯電話等に用いられる小型カメラの集光レンズとして利用できる赤外カットフィルタ付レンズを製造することができる。

本発明の小型カメラは、例えば携帯電話等に利用することができる。

## 請求の範囲

1. 一方の屈折表面が平面で反対側の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズのいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜を設けたことを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズ。
- 5 2. 請求の範囲第 1 項記載の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、  
前記ガラス平凸レンズが、平板の一面側に凸レンズの凸面を構成する凸部が一体に設けられている構造を有することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズ。
3. 請求の範囲第 1 項又は第 2 項記載の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、
- 10 前記凸面の屈折表面が、光軸から離れるに従って曲率が小さくなる軸対称非球面であることを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズ。
4. 請求の範囲第 2 項に記載の赤外カットフィルタ付レンズにおいて、  
前記平板の外形の幾何学中心が、前記凸レンズの光軸と一致していることを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズ。
- 15 5. 平板の表面に凸レンズの凸面の屈折表面を構成する複数の凸部が一体に設けられている多数個取りレンズ成形体をガラスで成形する成形工程と、  
前記多数個取りレンズ成形体のいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜を設ける成膜工程と、  
前記赤外線遮断誘電体多層膜を設けた多数個取りレンズ成形体の前記平板の部分
- 20 分を前記凸部毎に切断する切断工程と  
を有することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法。
6. 請求の範囲第 5 項記載の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、  
前記多数個取りレンズ成形体が、相互に異なる形状の前記凸部を有することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法。
- 25 7. 請求の範囲第 5 項又は第 6 項記載の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、  
前記多数個取りレンズ成形体の前記平板の表面に位置決めのためのアライメントマークが前記成形行程で転写されていることを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法。

8. 請求の範囲第7項記載の赤外カットフィルタ付レンズの製造方法において、

前記アライメントマークが、前記切断行程で切断すべき切断線に沿って、かつ、前記平板の平面側の面に断面V字状溝の形状に転写され、

前記切断行程が、ダイシングブレードで前記V字状溝の両端縁近傍を残して切断することを特徴とする赤外カットフィルタ付レンズの製造方法。

- 5 9. 受光した光を電気信号に変換する固体撮像素子と、前記固体撮像素子の周りを覆い、開口部を有するハウジングと、前記開口部から入射した光を前記固体撮像素子に集光させるレンズ系の全部又は一部として、一方の屈折表面が平面で反対側の屈折表面が凸面のガラス平凸レンズのいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外線遮断誘電体多層膜が設けられた赤外カットフィルタ付レンズとを有することを特徴とする小型カメラ。

## 要約書

- 一方の屈折表面が平面 2 1 で反対側の屈折表面が凸面 2 2 のガラス平凸レンズ 2 a、2 c のいずれか一方の面に赤外線をカットする赤外遮断誘電体多層膜 3 を
- 5 設ける。平板 2 5 の表面に凸レンズの凸部 2 4 が一体に設けられている多数個取りレンズ成形体 2 6 をガラスで成形し、多数個取りレンズ成形体 2 6 のいずれか一方の面に赤外遮断誘電体多層膜 3 を設け、誘電体多層膜 3 を設けた多数個取り
- 10 小型カメラの集光レンズ等に用いられる赤外カットフィルタ付レンズをガラス製としたときに問題となるコストを低減することができる赤外カットフィルタ付レンズ及びその製造方法並びに小型カメラを提供する。